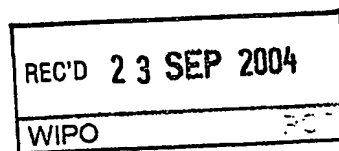


**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 35 923.0

**Anmeldetag:** 06. August 2003

**Anmelder/Inhaber:** Continental Teves AG & Co oHG,  
60488 Frankfurt am Main/DE

**Bezeichnung:** Elektrohydraulisches Kompaktbremsaggregat  
Servotronic Brake System (SBS)

**IPC:** B 60 T 13/66

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 02. September 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

**Stark**

05. August 2003  
GP/DU

P 10756

Dr. H.-J. Feigel

### **Elektrohydraulisches Kompaktbremsaggregat Servotronic Brake System (SBS)**

Zu1.):

- (1) Elektrohydraulische Anlage mit einem Bremsdruckgeber, der über mindestens einer hydraulischen Verbindung mit mindestens einer Radbremse verbunden ist, mit mindestens einem elektrisch ansteuerbaren stromlos offenen Trennventil in jeder hydraulischen Verbindung zwischen Bremsdruckgeber und Radbremse, einer elektrohydraulischen Energieversorgung, deren Hydraulikpumpe saugseitig mit einem Druckmittelreservoir verbunden ist, einem elektrisch ansteuerbaren stromlos geschlossenen Ventil zwischen jeder Radbremse und dem Druckmittelreservoir, einem elektrisch ansteuerbaren stromlos geschlossenen Ventil zwischen jeder Radbremse und der elektrohydraulischen Energieversorgung, einem Ventilblock, in der die Ventile aufnimmt, einer ECU, die Sensor/Schalter-Signale verarbeitet und Aktuatoren ansteuert, mindestens zwei elektrischen Sensoren/Schalter, die die Betätigung des Bremsdruckgebers registrieren, dadurch gekennzeichnet, dass der Bremsdruckgeber in der Weise in den Ventilblock integriert ist, dass die Verbindungsleitungen zwischen dem Bremsdruckgeber und den Ventilen durch Bohrungen im Ventilblock gebildet werden.
- (2) Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch (1), dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe ebenfalls in der Ventilaufnahme integriert ist, so dass die Verbindungsleitungen zwischen der elektrohydraulischen Energieversorgung und den Ventilen durch Bohrungen im Ventilblock gebildet wird.
- (3) Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch (1), dadurch gekennzeichnet, dass das Druckmittelreservoir an der Ventilaufnahme befestigt ist oder ganz oder teilweise durch die Ventilaufnahme gebildet wird, so dass die Verbindungsleitungen zwischen der elektrohydraulischen Energieversorgung und dem Druckmittelreservoir durch Bohrungen im Ventilblock gebildet werden (kurz ausgebildet werden können) sowie die Verbindungsleitung zwischen

dem Bremsdruckgeber und dem Druckmittelreservoir durch Bohrungen in dem Ventilblock gebildet werden.

- (4) Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch (1-3), dadurch gekennzeichnet, dass die ECU direkt an dem Ventilblock befestigt ist, so dass elektrische, magnetische und thermische Signal- und Leistungsübertragungen ohne separaten Leitungsaufwand erfolgen können.
- (5) Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch (1-4), dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilblock und die Pedalstange des Bremsdruckgebers schwingungselastisch mit der Karosserie/Spritzwand bzw. dem Pedalwerk verbunden sind.
- (6) Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch (2-3), dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsleitung zwischen dem Eingang der elektrohydraulischen Energieversorgung und dem Druckmittelreservoir und ggf. Teile des Druckmittelreservoirs selbst beheizbar ist.
- (7) Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch (1-6), dadurch gekennzeichnet, dass die elektrohydraulische Energieversorgung durch eine Pumpen/Druckspeicher-Kombination mit mindestens einem elektrisch ansteuerbaren stromlos geschlossenen Stetigventil gebildet wird (hier nicht näher beschrieben).
- (8) Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch (1-6), dadurch gekennzeichnet, dass die elektrohydraulische Energieversorgung durch eine pulsationsarme, stetig steuerbare Pumpe mit hochdynamischen Elektromotor gebildet wird.
- (9) Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch (8), dadurch gekennzeichnet, dass die elektrohydraulische Energieversorgung über ein Ventil V13 eine Verstärkerkammer VK1 speist, deren Verbindung zum Reservoir durch ein von der Pedalstange betätigtes Ventil und/oder ein elektrisch betätigbares stromlos offenes Ventil trennbar ist.
- (10) Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch (9), dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkerkammer insbesondere bei schneller Betätigung über ein Rückschlagventil aus einer Füllkammer gespeist wird.
- (11) Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch (9), dadurch gekennzeichnet, dass abhängig von der Pedalposition (TS1) mit Hilfe von Drucksensoren, die den Druck in den Radkreisen (PS1 und PS2) sowie in der Verstärkerkammer (PS3) sensieren und ggf. abgeleiteten und anderen Signalgrößen die notwendige Betätigungskraft und die Bremswirkung frei programmierbar mittels geeigneter Ansteuerung der Pumpe und der Ventile von den Reglern in der ECU eingestellt wird.

1. Nebenanspruch:

- (12) Elektrohydraulische Bremsanlage nach dem OB des Anspruch (1), wobei das Trennventil die hydraulische Verbindung zwischen Bremsdruckgeber und Radbremse im Normalbremsmodus und bei Bremsschlupfregeleingriffen trennt und bei Ausfall der elektrischen Energieversorgung stromlos verbindet, dadurch gekennzeichnet, dass im Normalbremsmodus ein kontinuierlicher Druckaufbau mittels der elektrohydraulischen Energieversorgung erfolgt und ein kontinuierlicher Druckabbau mit mindestens einem der elektrisch ansteuerbaren stromlos offenen Trennventile erfolgt.
- (13) Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch (12), dadurch gekennzeichnet, dass die bei der Betätigung des Bremsdruckgebers verdrängte Bremsflüssigkeit in einer ersten Phase über die offen gehaltenen Trennventile in die Radbremsen geleitetet werden und in einer zweiten Phase über mindestens ein elektrisch ansteuerbares Ventil in das Druckmittelreservoir abgedrosselt wird.
- (14) Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch (13), dadurch gekennzeichnet, dass zur Regelung der Reaktionskraft am Bremsdruckgeber mindestens ein Positionssensor zur Sensierung des Betätigungsweges, eine elektronische Schaltung zur Berechnung eines Soll-Reaktionsdruckes aus dem Positionssignal und ggf. aus deren zeitlichen Ableitungen und anderen fahrdynamischen Zustandsgrößen und/oder individuellen Einstellparametern sowie ein Drucksensor zur Ermittlung des Ist-Reaktionsdruckes vorgesehen ist.
- (15) Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch (8 und/oder 12), dadurch gekennzeichnet, dass die Saugseite der Hydraulikpumpe über ein Rückschlagventil, drosselwiderstandsnetzwerk mit dem Ausgang des Ventil V13 verbunden ist, um bei schnellen Betätigungen ein bessere Füllung der Pumpe zu erreichen. (Bild 6)

Zu 2) EHB, OHB-H, Hydraulik-Verstärker

Zu 3) Generell: Weniger Aufwand für Bremsrohrleitungen, THz-Gehäuse und EHCU-Halter und Befestigung, sowie geringer elektrischer Leitungsaufwand zwischen Sensoren der Betätigung (incl. Reservoir) und der ECU

Gegenüber EHB: Geringerer Aufwand für Drucksensoren, Hochdruckspeicher (bei Speicherlosen Variante). Elektrische Verstellbarkeit der Pedalkennlinie (Kraft und Weg! Nicht nur Verzögerung), Spülbarkeit der Bremsanlage.

Gegenüber OHB-H: keine ND-Speicher, keine Zweikreisigkeit der Pumpe

Zu 4) siehe 1)

Beschreibung des Aufbaus und der Funktion:

Bild 1:

Aufbau:

Elektrohydraulische Bremsanlage bestehend aus:

Einem Hydraulikblock (vorzugsweise Aluminium-Strangpressprofil),

einem Elektronikgehäuse und

einem Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter,

wobei der Hydraulikblock folgende Ein- oder Anbau-Komponenten aufweist:

- einen Bremsdruckgeber (HZ1) mit Anschlag A1, dessen Kolben zur Reduzierung der Übertragung von Schwingungen und Geräuschen elastisch mit einer Pedalstange verbunden ist.
- einen redundanten Wegsensor (TS1) zur Ermittlung der relativen oder absoluten Position des Bremsdruckgeberkolbens,
- einem eigensicheren Drucksensor (PS1), der den Druck im Bremsdruckgeber erfasst,
- einem Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter mit den Kammern (R1) und (R2) und den zugehörigen Flüssigkeitsstands-Überwachungssensoren (FS1) und (FS2)
- ein elektrisch ansteuerbares SG-Stetigventil zwischen dem Bremsdruckgeber (HZ1) und der Kammer (R1) des Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälters
- ein elektrisch ansteuerbares SO-Stetigventil zwischen dem Bremsdruckgeber (HZ1) und der Radbremse eines jeden Radbremskreises (V1) – (V4)
- eine von einem hochdynamischen Elektromotor (M1) angetriebene, saugstarke, leise, einkreisige Pumpe (z.B. Zahnradpumpe) (P1), die saugseitig mit der Kammer (R2) des Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälters verbunden ist
- elektrische Raddrucksensoren an mindestens einem Radbremskreis (PS2) und (PS3) (wahlweise/ergänzend zur Überwachung der hydraulischen Energieversorgung auch am Pumpenausgang)
- ein elektrisch ansteuerbares SG-Ventil zwischen dem Ausgang der Pumpe (P1) und der Radbremse eines jeden Radbremskreises (V9) – (V12)
- ein elektrisch ansteuerbares SG-Ventil zwischen der Kammer (R2) des Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälters und der Radbremse eines jeden Radbremskreises (V5) – (V8)
- ein elektrisch ansteuerbares SG-Stetigventil (V14) zwischen dem Ausgang der Pumpe (P1) und der Kammer HZ1 des Bremsdruckgebers in der Leitung L13

wobei das Elektronikgehäuse folgende Komponenten aufweist:

- integrierte elektrische/magnetische Steckverbindungen zu den im Hydraulikblock integrierten Sensoren, wie Wegsensoren (TS1), Drucksensoren (PS1) – (PS3), Bremsflüssigkeitsstandssensoren (FS1) – (FS2) und Temperatursensor (T1)
- integrierte elektrische/magnetische Steckverbindungen zu den Ventilen (V1) – (V13) und dem Motor (M1)
- eine externe Steckerverbindung (ggf. modifizierbar für die direkte Verbindung durch die Spritzwand in den Fahrgastraum)
- eine elektronische Schaltung zur Verarbeitung von internen und externen Eingangssignalen (fahrdynamische Zustandssignale z.B. auch über CAN-Schnittstelle) und zur Erzeugung von Ansteuersignalen der angeschlossenen Aktuatoren

wobei der Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter folgende Komponenten aufweist:

- zwei Kammern, die mindestens die gesetzlich geforderten Volumenmengen aufnehmen, und ggf. auch im Hydraulikblock integriert sind, so dass nur noch ein eine gemeinsame Flüssigkeits- und Luftmenge aufnehmendes einfaches Oberteil notwendig wird
- Flüssigkeitsstandsensoren, deren am Schwimmer befestigten Encoder im Hydraulikblock geführt werden und deren Positionsänderungen von ECU-integrierten Sensoren durch die Alu-Wandung des Blockes erfasst werden.
- optional Flüssigkeitszustandssensoren (Wassergehalt) beinhalten mit direkter Anbindung und Auswertung in der ECU.

#### Funktion:

##### (1) Diagnose im Stillstand:

##### *Ermittlung der richtigen Funktion von Sensoren:*

- TS1: Beide Sensoren zeigen gleichen Ausgangswert an (ungleich 0 Volt) ->ok  
PS1, PS2, PS3: Ohne Druckbeaufschlagung zeigen alle Sensoren gleiche Werte an (ungleich 0 Volt), mit Druckbeaufschlagung z.B.: 30 bar (Pumpe und V11 und V12 angesteuert) müssen alle Sensoren gleichen Druck anzeigen.  
FS1, FS2 zeigen plausible Werte an (Vergleich mit Historie)

##### *Ermittlung von Leckagen und Luft im System*

- 1) Schliessen von V1-V4, Öffnen von V9-V12, Druckaufbau auf z.B.: 5 bar.  
Ziel: Spülen von evtl. Luft aus Pumpenkreis in die Radkreise und Anlegen der Bremsbeläge
- 2) Schliessen von V10 und V11, Öffnen von V6 und V7 (Diagonale drucklos)  
weitere Druckerhöhung auf z.B.: 50 bar und Druck halten für Zeit T  
Ziel: Leakage-Test für Leitung L1, L4 und L6: Dichtheit von V1, V4, V5, V8 und Bremssatteldichtungen HL und VR sowie PS3
- 3) Pumpe unaktiviert lassen, Schliessen von V6 und V7, Öffnen von V10 und V11 (Diagonale wird mit Flüssigkeit aus anderer Diagonalen aufgefüllt)  
Erwarteter Druckabfall nicht unter einen bestimmten Wert z.B. 30 bar  
Ziel: Feststellung von Luft (wenn Wert nicht erreicht wird)
- 4) Anschliessend Druck halten für Zeit T  
Ziel: Leakage-Test für Leitung L2, L3 und L6: Dichtheit von V2, V3, V6, V7 und Bremssatteldichtungen VL und HR sowie PS2.
- 5) Öffnen von V4  
Ziel: Luft-Test für L7 (kein nennenswerter Druckabfall erlaubt)
- 6) Anschliessend Druck halten für Zeit T  
Ziel: Leakage-Test für Leitung L7, Dichtheit von V11 und Hauptzylinderdichtung HZ1 sowie PS1

- Ergebnis:
- alle Ventile, Dichtungen und Leitungen sind auf Dichtheit aktiv überprüfbar.
  - kritische Luftmengen im Bremssystem sind alle aktiv ermittelbar

- Leckage in einem Radbremskreis wird durch die Ansteuerung des zugehörigen Trennventils (V1) – (V4) vom System abgekoppelt: rote Lampe

## (2) Inbetriebnahme

Eine Weckschaltung ist nicht zwingend erforderlich, da nicht wie beim EHB sonst eine ungewollte Simulatorabschaltung erfolgen kann. Das Schalten der Ventile V1-V4 soll absichtlich später erfolgen. V1 ist bereits geschlossen.

## (3) Betätigung bei Systemausfall (Stromausfall)

Unverstärkter Druckaufbau in allen 4 Radbremsen ohne Wegverlust.

Voraussetzungen für die Einhaltung der gesetzlichen Forderungen günstig, da nur geringste Kraftverluste durch Federkräfte vorhanden sind (keine Boostergerätefeder, geringere Hz-Federkraft, da nur eine Dichtungsreibung zu überwinden ist. => geringere Ansprechkräfte als bei EHB.

Bei großen Fahrzeugen kann verhältnismässig kleiner Hz-Durchmesser gewählt werden, da die Pedalkennlinie für Normalmode beliebig gestaltet werden kann. => 500 N-Pedalkraftforderung gut einhaltbar

## (4) Betätigung im Normalmode

Fahrer betätigt Pedal und damit den Hz-Kolben gegen die niedrige Federkraft. Zum einen wird unmittelbar, mit extrem kurzen Verlustwegen, das Volumen über die Ventile V1-V4 in die vier Radbremsen (wahlweise zur Erzeugung einer schnellen Fahrzeugreaktion ggf. nur die Vorderradbremse) verdrängt und sorgt dort zum Anlegen der Bremsbeläge und zum ersten Druckaufbau.

Zum anderen wird durch die Feststellung der Kolbenbewegung die Pumpe P1 angesteuert. Die Intensität der Ansteuerung wird durch die Betätigungsgeschwindigkeit mit beeinflusst. Die Pumpe fördert über die Ventile V9-V12 in die Radbremsen. Solange der Druck PS1 größer als der Druck PS2 bzw. PS3 ist, fließt Volumenstrom über die Ventile V3 und V4 in die Radbremsen, solange sollten die Ventile bei schneller Betätigung offen bleiben. Bei Gleichdruck werden die Ventile geschlossen und der weitere Druckaufbau in den Radbremsen erfolgt allein mittels der Pumpe. Die Pulsationswirkung der Pumpe auf den Druck im Hz ist sehr gering und im Augenblick des Schließens der Ventile V1-V4 ausgeschlossen.

Entsprechend der Position des Hz-Kolbens, seiner Positionsänderungsgeschwindigkeit und ggf. anderen Größen wird ein Soll-Radbremsendruck und ein Soll-Hauptzylinderdruck berechnet und mittels Ansteuerung des Ventils V11 bzw. der Pumpe P1 eingeregelt. Der Druckabbau erfolgt dabei durch Öffnen der Ventile V1-V4 in Verbindung mit der Ansteuerung von Ventil V44.

- eine von einem hochdynamischen Elektromotor (M1) angetriebene, saugstarke, leise, einkreisige Pumpe (z.B. Zahnradpumpe) (P1), die saugseitig mit der Kammer (R2) des Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälters verbunden ist
- einer Saugleistungsheizung zwischen R2 und dem Eingang der Hydraulikpumpe
- elektrische Raddrucksensoren an mindestens einem Radbremskreis (PS2) und (PS3) (wahlweise/ergänzend zur Überwachung der hydraulischen Energieversorgung auch am Pumpenausgang)
- ein elektrisch ansteuerbares SG-Ventil zwischen dem Ausgang der Pumpe (P1) und der Radbremse eines jeden Radbremskreises (V9) – (V12)
- ein elektrisch ansteuerbares SG-Ventil zwischen der Kammer (R2) des Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälters und der Radbremse eines jeden Radbremskreises (V5) – (V8)
- ein elektrisch ansteuerbares SG-Stetigventil (V14) zwischen dem Ausgang der Pumpe (P1) und der Kammer HZ1 des Bremsdruckgebers in der Leitung L13
- ein elektrisch ansteuerbares SG-Ventil (V15) zwischen der Kammer HZ1 und der Kammer HZ2 in der Leitung L12
- eine elektrisch beheizbare Leitung L9 mit der Heizung LH1

wobei das Elektronikgehäuse folgende Komponenten aufweist:

- integrierte elektrische/magnetische Steckverbindungen zu den im Hydraulikblock integrierten Sensoren, wie Wegsensoren (TS1), Drucksensoren (PS1) – (PS3), Bremsflüssigkeitsstandssensoren (FS1) – (FS2) und Temperatursensor (T1)
- integrierte elektrische/magnetische Steckverbindungen zu den Ventilen (V1) – (V13) und dem Motor (M1)
- eine externe Steckerverbindung (ggf. modifizierbar für die direkte Verbindung durch die Spritzwand in den Fahrgastraum)
- eine elektronische Schaltung zur Verarbeitung von internen und externen Eingangssignalen (fahrdynamische Zustandssignale z.B. auch über CAN-Schnittstelle) und zur Erzeugung von Ansteuersignalen der angeschlossenen Aktuatoren

wobei der Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter folgende Komponenten aufweist:

- zwei Kammern, die mindestens die gesetzlich geforderten Volumenmengen aufnehmen, und ggf. auch im Hydraulikblock integriert sind, so dass nur noch ein eine gemeinsame Flüssigkeits- und Luftmenge aufnehmendes einfaches Oberteil notwendig wird
- Flüssigkeitsstandssensoren, deren am Schwimmer befestigten Encoder im Hydraulikblock geführt werden und deren Positionsänderungen von ECU-integrierten Sensoren durch die Alu-Wandung des Blockes erfasst werden.
- optional Flüssigkeitszustandssensoren (Wassergehalt, Temperatur) beinhalten mit direkter Anbindung und Auswertung in der ECU.
- optional Flüssigkeitsheizung

#### Funktion:

(6) Diagnose im Stillstand:

*Ermittlung der richtigen Funktion von Sensoren:*

TS1: Beide Sensoren zeigen gleichen Ausgangswert an (ungleich 0 Volt) ->ok



Durch das Ansaugen von Flüssigkeit aus R2 und dem Ablassen in R1 erfolgt bei intakter Anlage eine Umförderung der Bremsflüssigkeit, die im Behälter überströmt. Bei festgestellter Leckage (u.a. beispielsweise mittels der Sensoren FS1 und FS2) wird entweder der entsprechende Radkreis oder der Pumpen- oder der Hauptzylinderkreis ausgeschaltet und die Kreise getrennt. In einem solchen Fall, in dem der Hauptzylinderkreis ausgeschaltet (Hz-Manschette undicht) wird, erfolgt der Druckabbau über die Ventile V5-V8.

#### (5) Betätigung im Regelmode

**Bremsassistent:** Umschaltung auf flache Kennlinie, Regelbarkeit über Druck realisierbar, wegen deutlich erhöhter Förderleistung der Pumpe deutlich schnellere Wirkung als bei HBA => perfekte Funktion

**Dual-Ratio:** Beliebige Kennlinien darstellbar

**BLS:** Sensorik spart Bremslichtschalter ein, ist voreingestellt, Signalverarbeitung kann in der ECU erfolgen.

**ABS:** Für Rückstellung bei MÜ-Sprung ggf. Rückförderung über Ventile V1-V4 und/oder V14

**ASR:** Schließen V1-V4, regeln über V5-V12.

**ESP:** wie ABS

**Regenerative Bremse:** Lösen mit Ventil (V14)

Schwachpunkte: - Druckausgleich bei Stromausfall  
- Einkreisigkeit

#### Bild 2 :

#### Aufbau:

Elektrohydraulische Bremsanlage bestehend aus:

Einem Hydraulikblock (vorzugsweise Aluminium-Strangpressprofil),  
einem Elektronikgehäuse und

einem Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter,

wobei der Hydraulikblock folgende Ein- oder Anbau-Komponenten aufweist:

- einen Bremsdruckgeber mit einem Pedalstangenkolben (HZ1) mit Anschlag A1 und einem Schwimmkolben (HZ2) mit Anschlag A2, wobei der HZ1-Kolben zur Reduzierung der Übertragung von Schwingungen und Geräuschen elastisch mit einer Pedalstange verbunden ist.
- einen redundanten Wegsensor (TS1) zur Ermittlung der relativen oder absoluten Position des Pedalstangenkolbens,
- einem eigensicheren Drucksensor (PS1), der den Druck im HZ2 des Bremsdruckgebers erfasst,
- einem Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter mit den Kammern (R1) und (R2) und den zugehörigen Flüssigkeitsstands-Überwachungssensoren (FS1) und (FS2)
- ein elektrisch ansteuerbares SG-Stetigventil zwischen dem Bremsdruckgeber (HZ2) und der Kammer (R1) des Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälters
- ein elektrisch ansteuerbares SO-Stetigventil zwischen dem Bremsdruckgeber (HZ1) und der Radbremse eines jeden Radbremskreises (V1) – (V4)

PS1, PS2, PS3: Ohne Druckbeaufschlagung zeigen alle Sensoren gleiche Werte an (ungleich 0 Volt), mit Druckbeaufschlagung z.B.: 30 bar (Pumpe und V11 und V12 angesteuert) müssen alle Sensoren gleichen Druck anzeigen.  
FS1, FS2 zeigen plausible Werte an (Vergleich mit Historie)

#### *Ermittlung von Leckagen und Luft im System*

- 7) Schliessen von V1-V4, Öffnen von V9-V12, Druckaufbau auf z.B.: 5 bar.  
Ziel: Spülen von evtl. Luft aus Pumpenkreis in die Radkreise und Anlegen der Bremsbeläge
- 8) Schließen von V10 und V11, Öffnen von V6 und V7 (Diagonale drucklos) weitere Druckerhöhung auf z.B.: 50 bar und Druck halten für Zeit T  
Ziel: Leakage-Test für Leitung L1, L4 und L6: Dichtheit von V1, V4, V5, V8 und Bremssatteldichtungen HL und VR sowie PS3
- 9) Pumpe unaktiviert lassen, Schließen von V6 und V7, Öffnen von V10 und V11 (Diagonale wird mit Flüssigkeit aus anderer Diagonalen aufgefüllt) Erwarteter Druckabfall nicht unter einen bestimmten Wert z.B. 30 bar  
Ziel: Feststellung von Luft (wenn Wert nicht erreicht wird)
- 10) Anschließend Druck halten für Zeit T  
Ziel: Leakage-Test für Leitung L2, L3 und L6: Dichtheit von V2, V3, V6, V7 und Bremssatteldichtungen VL und HR sowie PS2.
- 11) Öffnen von V4  
Ziel: Luft-Test für L7 (kein nennenswerter Druckabfall erlaubt)
- 12) Anschließend Druck halten für Zeit T  
Ziel: Leakage-Test für Leitung L7, Dichtheit von V11 und Hauptzylinderdichtung HZ1 sowie PS1
- 13) Leckagetest Ventil V15 und V13: Schließen V1-V4, geschlossen lassen von V13-V15 nach Druckbeaufschlagung der Kammer HZ2 (durch Ventil V14) und keinem festgestellten Druckabfall in Kammer HZ2, anschließend:
- 14) Leckagetest Ventil V15 und Dichtung von HZ2: Öffnen von V2 und V4 ohne messbaren Druckabfall in HZ2.

Ergebnis:

- alle Ventile, Dichtungen und Leitungen sind auf Dichtheit aktiv überprüfbar.
- kritische Luftmengen im Bremssystem sind alle aktiv ermittelbar
- Leitungen L7, L10-L12 ist spülbar
- Leakage in einem Radbremskreis wird durch die Ansteuerung des zugehörigen Trennventils (V1) – (V4) vom System abgekoppelt: rote Lampe

#### *(7) Inbetriebnahme*

Eine Weckschaltung ist nicht zwingend erforderlich, da nicht wie beim EHB sonst eine ungewollte Simulatorabschaltung erfolgen kann. Das Schalten der Ventile V1-V4 soll absichtlich später erfolgen. V1 ist bereits geschlossen.

**(8) Betätigung bei Systemausfall (Stromausfall)**

Unverstärkter Druckaufbau in allen 4 Radbremsen ohne Wegverlust.  
Voraussetzungen für die Einhaltung der gesetzlichen Forderungen günstig, da nur geringste Kraftverluste durch Federkräfte vorhanden sind (keine Boostergerätefeder, geringere Hz-Federkraft, da weniger Dichtungsreibung zu überwinden ist. => geringere Ansprechkräfte als bei EHB.  
Bei großen Fahrzeugen kann verhältnismäßig kleiner Hz-Durchmesser gewählt werden, da die Pedalkennlinie für Normalmode beliebig gestaltet werden kann.  
=> 500 N-Pedalkraftforderung gut einhaltbar

**(9) Betätigung im Normalmode**

Fahrer betätigt Pedal und damit die HZ1- und HZ2-Kolben gegen die niedrigere Federkraft. Zum einen wird unmittelbar, mit extrem kurzen Verlustwegen, das Volumen über die Ventile V1-V4 in die vier Radbremsen (wahlweise zur Erzeugung einer schnellen Fahrzeugreaktion ggf. nur die Vorderradbremse) verdrängt und sorgt dort zum Anlegen der Bremsbeläge und zum ersten Druckaufbau. Bei Betätigung und intakter Anlage wird V14 geschaltet und die beiden Bremskreise verbunden.

Zum anderen wird durch die Feststellung der Kolbenbewegung die Pumpe P1 angesteuert. Die Intensität der Ansteuerung wird durch die Betätigungsgeschwindigkeit mit beeinflusst. Die Pumpe fördert über die Ventile V9-V12 in die Radbremsen. Solange der Druck PS1 größer als der Druck PS2 bzw. PS3 ist, fließt Volumenstrom über die Ventile V3 und V4 in die Radbremsen, solange sollten die Ventile bei schneller Betätigung offen bleiben. Bei Gleichdruck werden die Ventile geschlossen und der weitere Druckaufbau in den Radbremsen erfolgt allein mittels der Pumpe. Die Pulsationswirkung der Pumpe auf den Druck im Hz ist sehr gering und im Augenblick des Schließens der Ventile V1-V4 ausgeschlossen.

Entsprechend der Position des HZ2-Kolbens, seiner Positionsänderungsgeschwindigkeit und ggf. anderen Größen wird ein Soll-Radbremsendruck und ein Soll-Hauptzylinderdruck berechnet und mittels Ansteuerung des Ventils V11 bzw. der Pumpe P1 eingeregelt. Der Druckabbau erfolgt dabei durch Öffnen der Ventile V1-V4 in Verbindung mit der Ansteuerung von Ventil V11.

Durch das Ansaugen von Flüssigkeit aus R2 und dem Ablassen in R1 erfolgt bei intakter Anlage eine Umförderung der Bremsflüssigkeit, die im Behälter überströmt. Bei festgestellter Leckage (u.a. beispielsweise mittels der Sensoren FS1 und FS2) wird entweder der entsprechende Radkreis oder der Pumpen- oder der Hauptzylinderkreis ausgeschaltet und die Kreise getrennt. In einem solchen Fall, in dem der Hauptzylinderkreis ausgeschaltet (Hz-Manschette undicht) wird, erfolgt der Druckabbau über die Ventile V5-V8.

(10)      Betätigung im Regelmode

**Bremsassistent:** Umschaltung auf flache Kennlinie, Regelbarkeit über Druck realisierbar, wegen deutlich erhöhter Förderleistung der Pumpe deutlich schnellere Wirkung als bei HBA => perfekte Funktion

**Dual-Ratio:** Beliebige Kennlinien darstellbar

**BLS:** Sensorik spart Bremslichtschalter ein, ist voreingestellt, Signalverarbeitung kann in der ECU erfolgen.

**ABS:** Für Rückstellung bei MÜ-Sprung Rückförderung über Ventile V1-V4 oder/und V14

**ASR:** Schließen V1-V4, regeln über V5-V12.

**ESP:** wie ABS

**Regenerative Bremse:** Lösen über V14

Bild 3:

Entkopplung AEHCU von Karosserie mittels Gummi-Metall-Dämpfer/Lager. Wegverlust kann durch programmierbare Kennlinie ausgeregelt werden.

Bild 4:

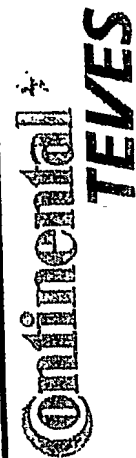
Einfacher Hydraulikverstärker mit ABS/ASR-Tauglichkeit. Für ESP fehlen nur noch Sensoren zur Fahrer-Wunsch-Erkennung. Springer-Funktion ist noch nicht integriert, aber möglich.

Bild 5:

Hydraulik-Verstärker nach dem OHB-H-Prinzip (Füllung der Verstärkerkammer durch den Fahrer). Beliebige Pedal-Kraft-Weg-Druck-Kennlinien möglich.

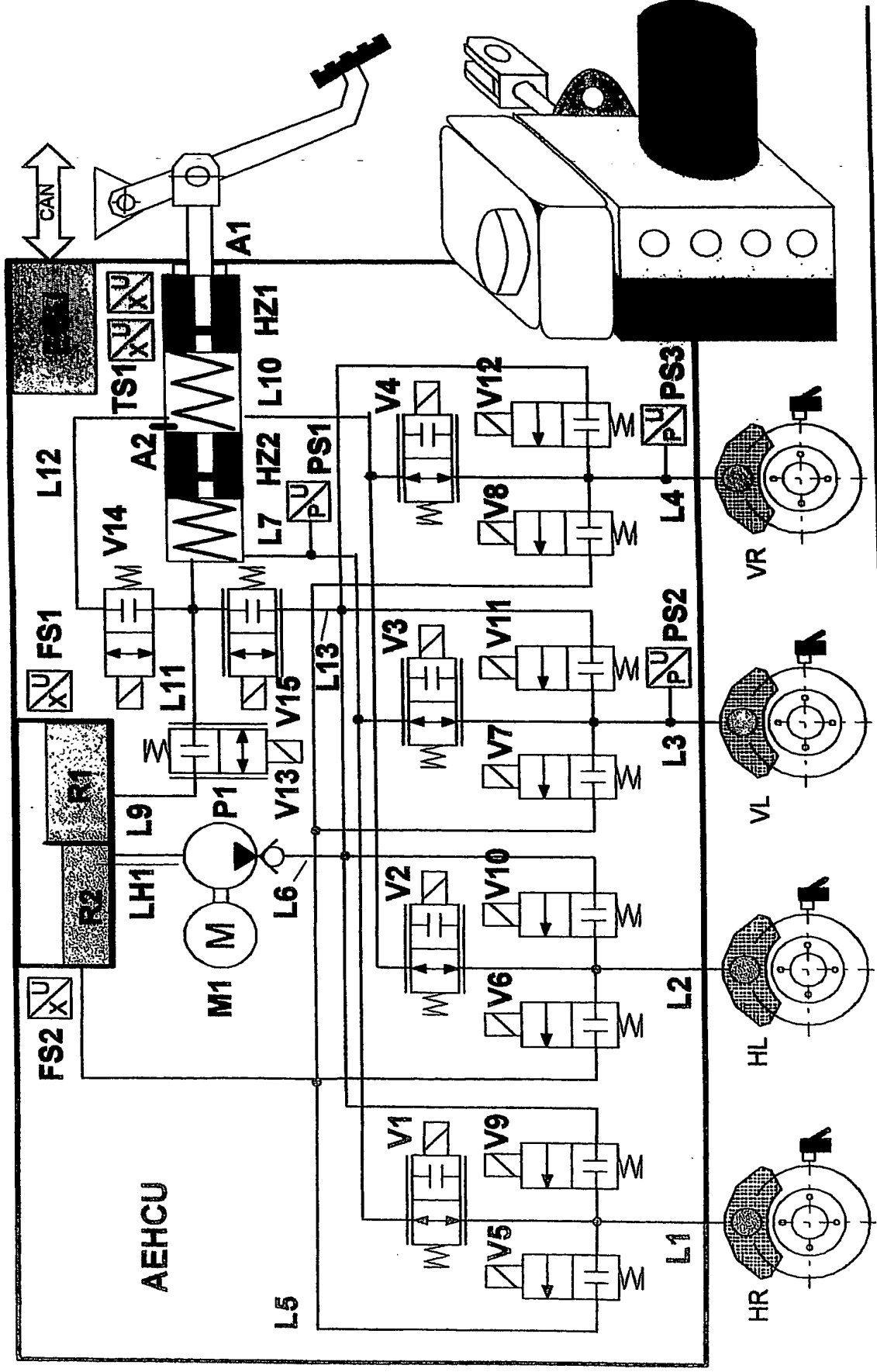
Bild 6:

Darstellung der Verbesserung der Pumpenvorladung durch den Fahrer.



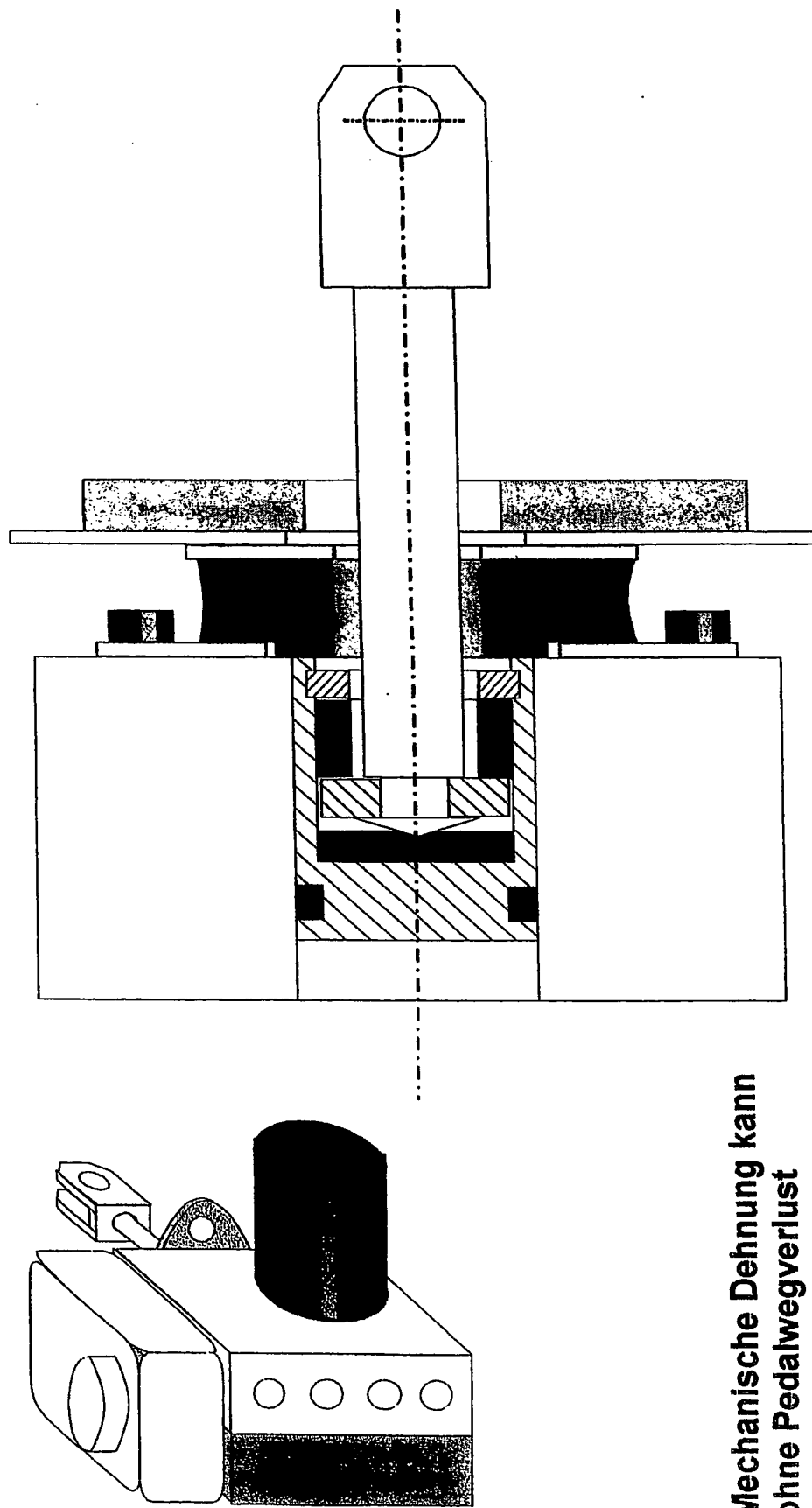
# SEVEN

Bild 2



Onlinemal  
TEVES

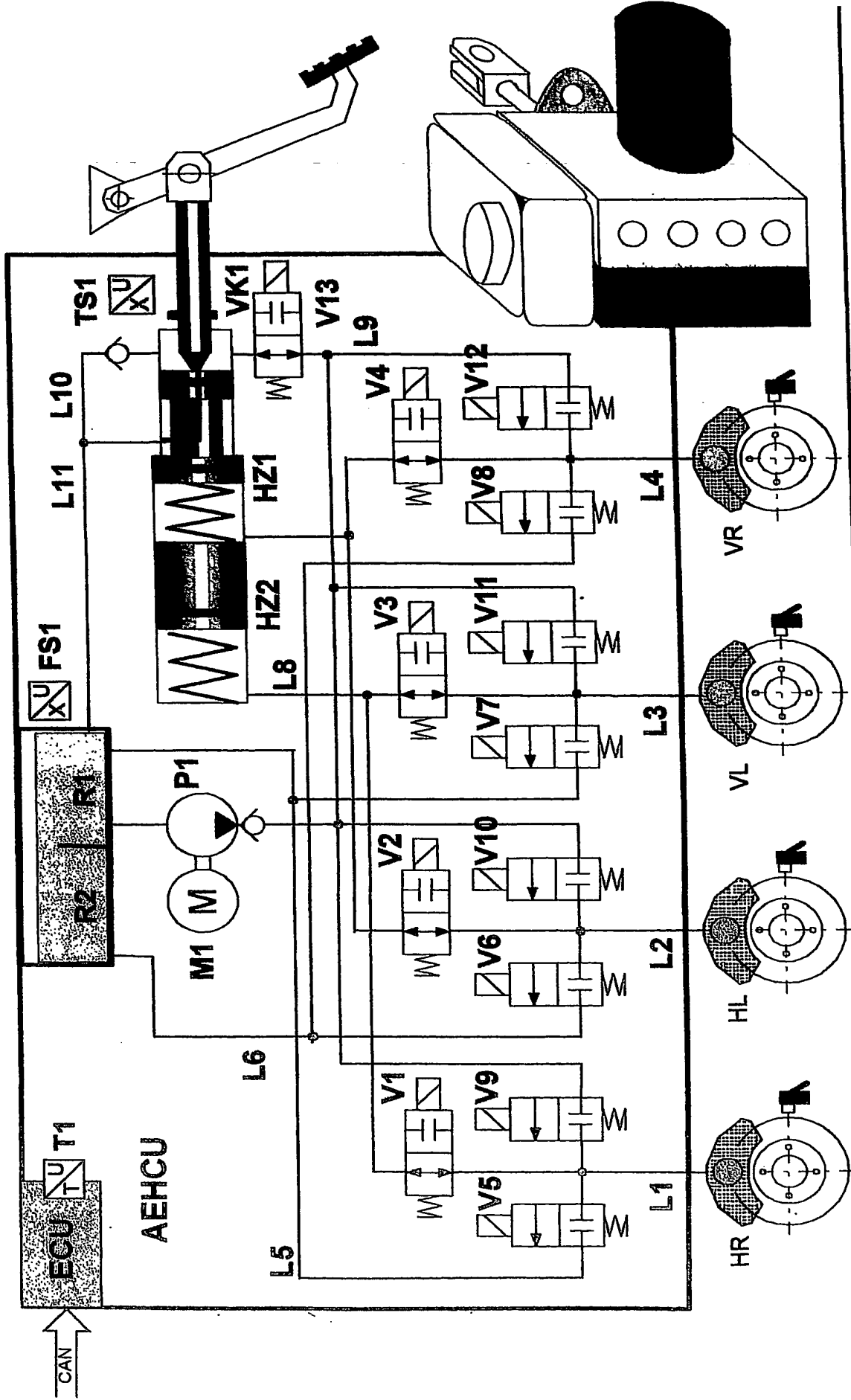
Bild 3



Mechanische Dehnung kann  
ohne Pedalwegverlust  
kompensiert werden.

**Continental**  
**TEVES**

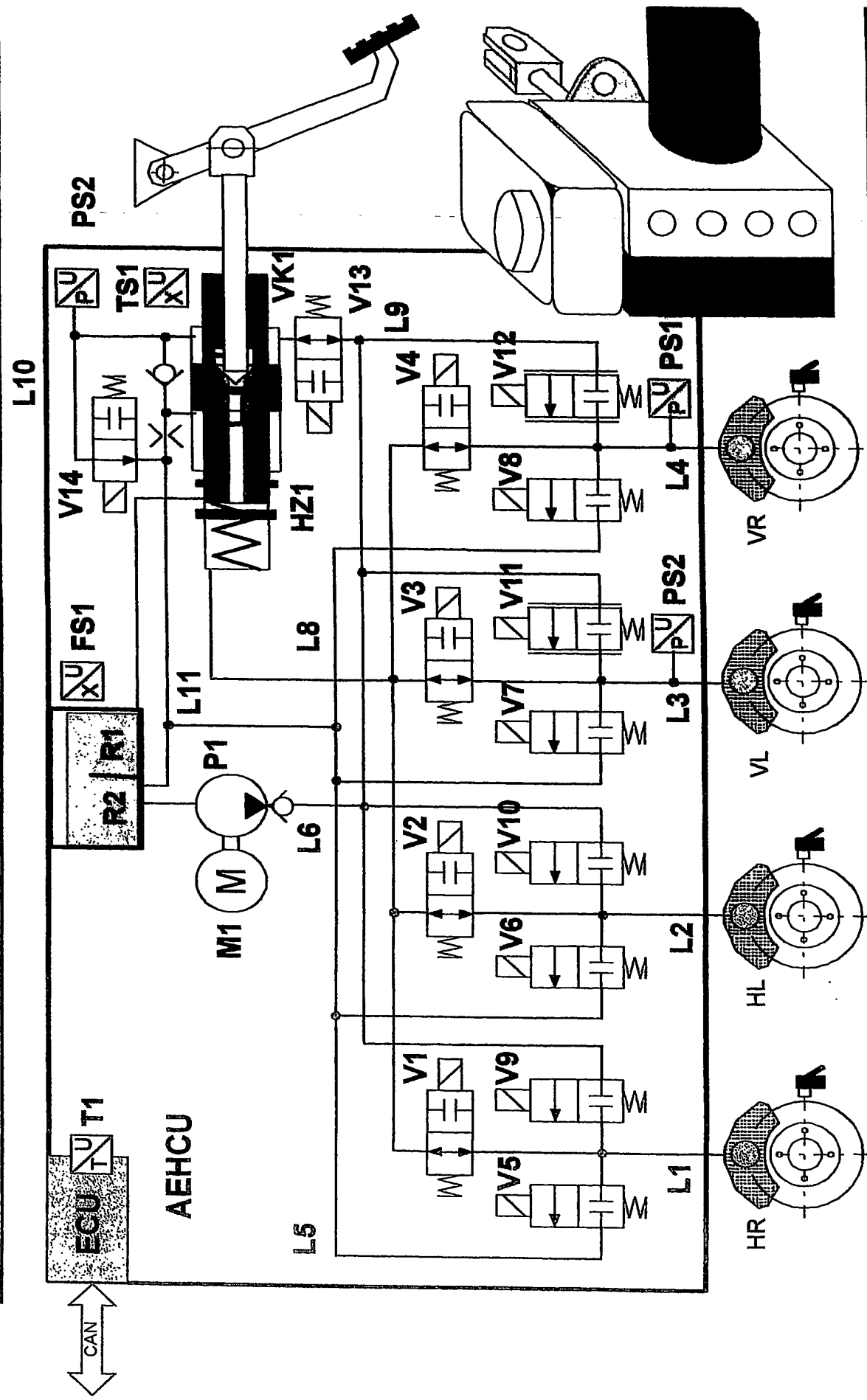
Bild 4



Onimetal  
TEVES



B71d5



Onimetal  
TEVES

Bild 6

